



TITLE:

Phase relation in ternary feldspar system at high temperature and evolution of micro-texture of natural ternary feldspar in UHT-metamorphic rock from Mt. Riiser-Larsen, East Antarctica( Digest\_要約 )

AUTHOR(S):

Kodama, Yu

---

CITATION:

Kodama, Yu. Phase relation in ternary feldspar system at high temperature and evolution of micro-texture of natural ternary feldspar in UHT-metamorphic rock from Mt. Riiser-Larsen, East Antarctica. 京都大学, 2014, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2014-03-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18087>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により要約は2015-03-23に公開

高温下における ternary feldspar の相関係と  
東南極 Riiser-Larsen 山に産する ternary feldspar の微細組織の成因について

兒玉 優

## 1. 序論

長石は温度、圧力、化学組成により異なる結晶構造（相）をとり、相転移に伴い双晶や離溶ラメラなどの様々な微細組織を形成する。こうした微細組織から、長石の冷却過程に関する情報を得ることができるため、長石は岩石の冷却過程を知る上で有用な鉱物である。特に高温(−800°C以上)で晶出する ternary feldspar(Tfs)は、斜長石やアルカリ長石よりも多くの温度情報を保存している。約 900°C 以上の超高温変成作用を被った岩石に産する Tfs は複雑な離溶組織を示し、現在知られている長石の相関係ではその微細組織の成因を説明できないことも多い。長石の相関係についての研究は、斜長石系: An(anorthite,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ )-Ab(albite,  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )、アルカリ長石系: Ab-Or(orthoclase,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ )では多くの研究が行われてきた(Carpenter, 1994 など)。しかし、An-Ab-Or の 3 成分系での相関係については、あまり多くの研究は行われていない。

## 2. 手法

本研究では高温での長石の相関係を明らかにすることを目的とし、ピストンシリンダー装置を用いた長石の高温高压実験を 1100-1300°C、10 kbar の条件で行った。出発物質には離溶ラメラを含まない、oligoclase(Olg,  $\text{An}_{21}\text{Ab}_{75}\text{Or}_4$ )、sanidine( $\text{An}_1\text{Ab}_{15}\text{Or}_{84}$ )の単結晶を粉碎した粉末を用い、任意の割合で混合しバルク組成を変化させたものを用いた。実験試料の観察では、oligoclase-sanidine 間の元素交換に伴った微細組織が形成されているか否かに着目した。微細組織の形成に関わる前駆的な組織を直接観察するために、微細組織の組成コントラストの観察が可能な、電界放出型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)や走査透過型電子顕微鏡を用いた環状検出器による暗視野法(ADF-STEM)を用いて実験試料の観察を行った。

超高温変成岩体の 1 つである東南極大陸に位置するナピア岩体の長石質片麻岩を実験により得られた長石の相関係の適用例とした。長石質片麻岩の観察においては、偏光顕微鏡、走査型電子顕微鏡(SEM)および透過型電子顕微鏡(TEM)を用いた組織観察、後方散乱電子回折法(EBSD)による微細組織の界面方位の解析など微視的な視点から組織観察を行うとともに、薄片スケールで存在する元素分布の不均質に着目し、X 線分析顕微鏡(XAM)や波長分散型 X 線分光計(SEM-WDX)を用いた長石質片麻岩の広域元素マッピング、レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置(LA-ICP-MS)を用いた微量元素分析を行った。また、部分溶融と超高温変成作用を関連付けた議論を行うため、変成時に形成されたジルコンの包有物の TEM による観察、LA-ICP-MS によるジルコンの  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$  年代の測定を行った。

## 3. 長石の高温高压実験の結果

1100°C の実験のうち  $\text{An}_{20}\text{Ab}_{72}\text{Or}_8$ - $\text{An}_{15}\text{Ab}_{57}\text{Or}_{28}$  の実験試料および 1200°C の実験のうち、 $\text{An}_{20}\text{Ab}_{72}\text{Or}_8$ - $\text{An}_{18}\text{Ab}_{66}\text{Or}_{16}$  において、FE-SEM により異なる化学組成のラメラからなる 100 nm オーダーの微細組織が観察された。1100°Cで行った実験のうち、 $\text{An}_{18}\text{Ab}_{66}\text{Or}_{16}$ 、 $\text{An}_{17}\text{Ab}_{63}\text{Or}_{20}$  の実験試料中の微細組織に対して ADF-STEM による観察を行ったところ、(010)に近い面で接する化学組成の異なるラメラが観察された。また、1250°Cの実験試料においては FE-SEM により長石とガラスの共存組

織が観察された。1300°Cに実験試料においては  $An_{21}Ab_{75}Or_4$  の試料においては長石とガラスの共存が、 $An_{21}Ab_{48}Or_{31}$  の試料においてはガラスのみが観察された。

#### 4. ナピア岩体の長石質片麻岩の観察結果

XAM、SEM-WDX による薄片スケールの元素マッピングから、片麻岩サンプルは不均質であることがわかった。片麻岩は元素分布によって、oligoclase(Olg)のみからなる *Olg-zone*、Olg-rich な Tfs からなる *Tfs-zone*、Or-rich な Tfs からなる *K-rich Tfs-zone*、不定形の Olg と Quartz(Qtz)の連晶組織からなる *Olg+Qtz-zone* に分類できる。そのうち、Olg-rich~Or-rich な Tfs の離溶組織の産状には多様性があるものの、①不規則に分布し、比較的粗大(> 数十  $\mu m$ )な、(010)面で接する Tfs ラメラと Olg ラメラ、と②周期的に分布し、比較的微細(< 10 $\mu m$ )な、(901)面で接する Olg ラメラと Or ラメラ、の2種類の離溶組織からなることがわかった。片麻岩サンプルより鉱物分離し得られたジルコンの観察と年代測定を行い、 $2.48 \pm 0.06$  Ga の年代を示すホストジルコン中のガラス包有物を観察した。

#### 5. 考察

長石の相関係:  $C2/m \leftrightarrow C\bar{1}$  転移

1100, 1200°C で行われた実験試料に、化学組成の異なるラメラからなる微細組織が観察されたことから、高温下における長石の  $C2/m \leftrightarrow C\bar{1}$  転移は、現在広く受け入れられている2次以上の相転移(Carpenter, 1994)ではなく、1次の相転移であることがわかった。さらに 1250°C 以上の実験試料においてガラスが見いだされた結果を加え、Olg-Or 擬似2成分系における高温高压条件 ( $T > 1100^\circ C$ , 10 kbar)での相図を提案した。

天然試料中のTfsの微細組織の成因

(010)で接する Tfs ラメラと Olg ラメラは界面方位が実験試料中に見られた微細組織と一致することから、 $C2/m \leftrightarrow C\bar{1}$  転移によるものである。この相転移は 1100-1200°Cにおいて起こる。その後ソルバス以下の温度で Tfs ラメラはさらにスピノーダル分解により(901)面の界面で接する Olg ラメラと Or ラメラに分解する。さらに、これら2種類の組織の量比は元々の長石の化学組成によっていることがわかった。Tfs に生じた化学組成の違いにより、片麻岩サンプル中の Tfs の離溶組織は多様な産状を示していることがわかった。

ナピア岩体の長石質片麻岩の成因および変成温度の制約

不定形な *Olg+Qtz-zone* の連晶組織やナピア岩体の超高温変成作用の変成年代を示すジルコン中のガラス包有物の存在から、Mt.Riiser-Larsen の変成時においてメルトが存在していたことが強く示唆される。これはナピア岩体に関する研究において最初の報告例である。さらに、片麻岩サンプル中に見られた隣接する *Olg-zone* と *Tfs-zone* 間の組成の不連続、*Tfs-zone* から *K-rich Tfs-zone* への組成の連続的な変化は、長石質の岩石における部分溶融の発生による oligoclase(固相)と ternary feldspar 組成のメルト(液相)の共存による組織およびその後のメルトからの分別結晶作用に伴う Tfs の連続的な組成の変化として説明が可能である。Olg と Olg 成分に富むメルトの共存と本実験より得られた相図から、変成時の温度は少なくとも 1200-1250°Cに達していたと考えられる。